

Sistem Pakar Diagnosis Potensi Penyebaran Penyakit pada Tanaman Cabai Menggunakan Fuzzy Mamdani

Deni Setiyo Wibowo¹⁾, Yessy Yanitasari^{*1)}, Dedih²⁾

¹⁾ Teknik Informatika, STMIK Kharisma Karawang, Indonesia
Jl. Pangkal Perjuangan Km.1 Bypass, Karawang, Indonesia 41316

²⁾ Sistem Informasi, STMIK Kharisma Karawang, Indonesia
Jl. Pangkal Perjuangan Km.1 Bypass, Karawang, Indonesia 41316

Cara sitasi: D. S. Wibowo, Y. Yanitasari, and D. Dedih, "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit pada Tanaman Cabai Menggunakan Fuzzy Mamdani," Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, vol. 6, no. 2, Apr. 2018. doi: 10.14710/jtsiskom.6.2.2018.71-75, [Online].

Abstract - This research developed expert system using fuzzy Mamdani to diagnose the spread of diseases affecting the growth of chili plants based on environmental factors. Environmental variables used as fuzzy input parameters are soil pH, air temperature, air humidity and solar irradiation. The input-output relationship uses 81 rules with the AND operator and the MIN implication function. For a case, the results showed that the percentage of the potential spread of the disease showed 60.25%, so the category of potential disease spread with soil PH 7.5 pH, 28 ° C air temperature and air humidity 75 RH and 35% sun irradiance is moderate.

Keywords – chilli disease; expert system; fuzzy Mamdani.

Abstrak - Penelitian ini mengembangkan sistem pakar menggunakan fuzzy Mamdani untuk mendiagnosis penyebaran penyakit yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman cabai berdasarkan faktor lingkungan. Variabel lingkungan yang digunakan sebagai parameter masukan fuzzy yaitu pH tanah, suhu udara, kelembaban udara dan penyinaran matahari. Relasi masukan-keluaran menggunakan 81 aturan dengan operator AND dan fungsi implikasi MIN. Untuk satu kasus, hasil penelitian menunjukkan nilai persentase potensi penyebaran penyakit adalah 60,25%, sehingga kategori potensi penyebaran penyakit dengan PH tanah 7.5 pH, suhu udara 28°C, kelembaban udara 75 RH dan penyinaran matahari 35% adalah sedang.

Kata Kunci – penyakit cabai; sistem pakar; fuzzy Mamdani

I. PENDAHULUAN

Dua spesies cabai sebagai komoditas sayuran yang bernilai ekonomi tinggi dan terkenal di Indonesia adalah cabai besar dan cabai kecil [1]. Cabai yang termasuk ke dalam cabai besar adalah cabai merah, cabai hijau,

paprika, dan cabai keriting, sedangkan yang termasuk ke dalam golongan cabai kecil adalah cabai rawit, cabai kancing, cabai udel, dan cabai yang biasanya dipelihara sebagai tanaman hias. Luas area lahan cabai menurut data terakhir di pulau Jawa sekitar 230.000 hektar dan merupakan suatu usaha budidaya yang terluas dibandingkan komoditas sayuran lainnya. Namun, produksi rata-rata nasional tanaman cabai baru mencapai 5,78 ton/hektar, masih jauh di bawah potensi hasilnya yang berkisar antara 12 sampai 20 ton/hektar [2]. Untuk satu kasus di Garut, faktor penyebab masih rendahnya jumlah produksi tanaman cabai adalah produktivitas lahan yang rendah akibat erosi sebesar 30%, penguasaan teknologi budidaya cabai yang rendah sebesar 10%, belum banyaknya penggunaan bibit varietas dengan hasil tinggi dan berkualitas sebesar 20% dan serangan organisme pengganggu tanaman sebesar 20% [3].

Terdapat 20 jenis penyakit yang dapat menyerang tanaman cabai [4]. Namun, proses deteksinya sulit dilakukan karena adanya kemiripan gejala yang ditimbulkan dan membuat para petani tidak dapat menentukan metode pencegahan dan pengendalian yang tepat untuk mengatasi penyakit tersebut. Dalam diagnosis penyakit diperlukan kecermatan dan ketelitian dari pakar atau ahli terhadap gejala yang mengindikasikan suatu penyakit karena adanya kemiripan pada gejala-gejala tersebut. Kesalahan diagnosis dari gejala yang ada menyebabkan perbedaan hasil diagnosis dengan penyakit yang sebenarnya diderita oleh tanaman cabai. Jika salah dalam menerapkan metode pencegahan dan pengendalian untuk menangani suatu penyakit, maka penyakit tidak dapat diatasi secara tepat sehingga tanaman akan tetap terjangkiti penyakit tersebut. Kemungkinan terburuk adalah tanaman akan mengalami kematian dan petani mengalami gagal panen.

Sistem pakar yang berbasis pengetahuan yang terekam dalam komputer dapat diterapkan untuk mendiagnosis penyakit tanaman cabai dengan beragam algoritme [5]-[8]. Nusantara dkk. [5] mengembangkan sistem pakar diagnosis penyakit tanaman cabai merah dengan metode *backward chaining*, sedangkan Fuljana [6] menggunakan *forward chaining*. Muslim dkk [7] mengembangkan dengan menggunakan teorema Bayes

*) Penulis korespondensi (Yessy Yanitasari)
Email: yessy.yanitasari@gmail.com

Tabel 1. Analisis faktor lingkungan dan potensi penyebaran penyakit

No	Faktor Lingkungan	Nilai parameter
1	pH tanah	
	a. Rendah	1-5
	b. Sedang	4-8
	c. Tinggi	7-14
2	Suhu udara	
	a. Rendah	5-20 °C
	b. Sedang	15-30 °C
	c. Tinggi	25-40 °C
3	Kelembaban udara	
	a. Rendah	20-60 RH
	b. Sedang	50-80 RH
	c. Tinggi	70-100 RH
4	Penyinaran matahari	
	a. Rendah	20-40 %
	b. Sedang	30-70 %
	c. Tinggi	60-100 %
5	Penyebaran penyakit	
	a. Rendah	1-40 %
	b. Sedang	40-80 %
	c. Tinggi	80-100 %

dan Mulyanto [8] dengan menggunakan fuzzy Mamdani untuk diagnosis penyakit tanaman cabai.

Sistem pakar tersebut di atas berfokus untuk mendeteksi penyakit cabai merah berdasarkan parameter tumbuhan, di antaranya warna daun, bercak daun dan diameternya dan warna batang. Potensi penyebaran untuk pencegahan dan pengendalian penyakit cabai tersebut belum ada yang membahas. Penelitian ini mengembangkan sistem pakar untuk mendeteksi dini penyebaran penyakit cabai merah berdasarkan empat parameter lingkungan, yaitu PH tanah, suhu udara, kelembaban udara, dan penyinaran matahari. Algoritma yang digunakan adalah fuzzy Mamdani, seperti dalam Mulyanto [8]. Sistem fuzzy Mamdani ini tidak dapat bekerja dengan kapasitas penuh seperti halnya fuzzy Sugeno, walaupun mempunyai performansi yang mirip dengan fuzzy Sugeno, seperti dalam aplikasi sistem pengkondisi udara [9] dan penjadwalan *real-time* dengan fuzzy [10]. Namun, dalam perbandingan tingkat ketepatan deteksi, fuzzy Mamdani mempunyai performansi lebih baik daripada fuzzy Sugeno, seperti dinyatakan dalam Ayuningtias dkk. [11] untuk prediksi jumlah pendaftar mahasiswa baru di UIN Gunung Djati Bandung dan Batubara [12] untuk penentuan kualitas cor beton instan.

II. METODE PENELITIAN

Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan penyebaran penyakit tanaman serta relasinya untuk membentuk variabel-variabel dan aturan-aturan fuzzy diperoleh dari wawancara dengan seorang pakar dari Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan Karawang. Faktor lingkungan sebagai masukan sistem tersebut adalah pH tanah, suhu udara, kelembaban udara

Tabel 2. Himpunan fuzzy masukan dan keluaran

No	Variabel	Himpunan	Fungsi Keanggotaan	Parameter
1	PH Tanah (pH)	Rendah	Bahu kiri	[1;3;5]
		Sedang	Trapesium	[4;5;7;8]
		Tinggi	Bahu Kanan	[7;10;14]
2	Suhu Udara (°C)	Rendah	Bahu kiri	[5;15;20]
		Sedang	Trapesium	[15;20;25;30]
		Tinggi	Bahu Kanan	[25;35;40]
3	Kelembaban Udara (RH)	Rendah	Bahu kiri	[20;40;60]
		Sedang	Trapesium	[50;60;70;80]
		Tinggi	Bahu Kanan	[70;90;100]
4	Penyinaran Matahari (%)	Rendah	Bahu kiri	[20;30;40]
		Sedang	Trapesium	[30;40;60;70]
		Tinggi	Bahu Kanan	[60;80;100]
5	Potensi Penyakit	Rendah	Bahu kiri	[10;20;40]
		Sedang	Trapesium	[30;40;60;70]
		Tinggi	Bahu Kanan	[60;80;100]

Tabel 3. Aturan fuzzy Mamdani untuk potensi penyebaran

Atur	pH tanah	Suhu udara	Kelembaban udara	Sinar matahari	Potensi penyebaran
1	rendah	rendah	rendah	rendah	rendah
2	rendah	rendah	rendah	sendang	rendah
3	rendah	rendah	rendah	tinggi	rendah
4	rendah	rendah	sedang	rendah	sedang
5	rendah	rendah	sedang	sendang	sedang
6	rendah	rendah	sedang	tinggi	sedang
7	rendah	rendah	tinggi	rendah	tinggi
				
79	rendah	rendah	tinggi	sendang	tinggi
80	rendah	rendah	tinggi	tinggi	tinggi
81	rendah	sedang	rendah	rendah	rendah

dan penyinaran matahari. Pernyataan fuzzy untuk keempat faktor lingkungan tersebut dan potensi penyebaran penyakit cabai dinyatakan dalam Tabel 1. Lama penyinaran matahari diambil sebagai persentase rata-rata lamanya penyinaran matahari harian dari jam 07.00 – 17.00 Waktu Indonesia Barat.

Metode yang digunakan adalah fuzzy Mamdani dengan empat faktor lingkungan sebagai variabel fuzzy masukan dan potensi penyebaran penyakit sebagai variabel fuzzy keluaran. Pernyataan tersebut dibentuk menjadi himpunan fuzzy seperti yang dinyatakan dalam Tabel 2.

Relasi masukan-keluaran dalam sistem fuzzy Mamdani ini menggunakan 81 aturan seperti yang dinyatakan dalam Tabel 3 (aturan secara lengkap dinyatakan dalam lampiran Tabel A.1). Operator yang digunakan untuk menghubungkan antara dua masukan adalah operator AND dan yang memetakan antara masukan-keluaran adalah IF-THEN. Fungsi implikasi yang digunakan adalah MIN, yang berarti tingkat keanggotaan yang didapat sebagai konsekuen dari proses

ini adalah nilai minimum dari variabel pH tanah, suhu udara, suhu udara dan penyinaran matahari untuk mendapatkan daerah *fuzzy* pada variabel nilai penyebaran penyakit untuk masing-masing aturan.

Komposisi aturan menggunakan fungsi MAX, yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan maksimum dari tiap konsekuen aplikasi fungsi implikasi. Fungsi penegasan (defuzzifikasi) untuk menentukan nilai potensi penyakit tanaman cabai menggunakan metode *centroid* seperti yang dinyatakan dalam Persamaan 1.

$$Z = \frac{\int_a^b z \mu(z) dz}{\int_a^b \mu(z) dz} \quad (1)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

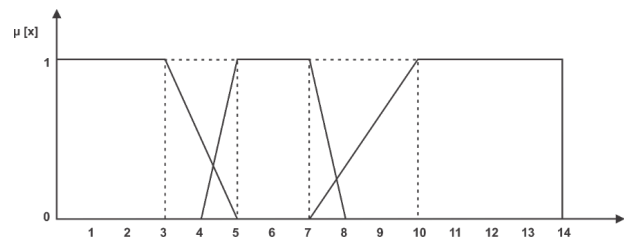
Faktor yang mempengaruhi status penyebaran penyakit tanaman cabai (*capsicum annum l*) berdasarkan faktor lingkungan yang terdiri dari pH tanah, suhu udara, kelembaban udara dan penyinaran matahari. Berikut dinyatakan himpunan fuzzy dan fungsi keanggotaan dari variabel pH tanah, suhu udara, kelembaban udara, penyinaran matahari dan potensi penyakit.

Himpunan fuzzy variabel pH tanah, suhu udara, kelembaban udara, penyinaran matahari dan potensi penyebaran penyakit masing-masing memiliki 3 nilai, yaitu rendah, sedang dan tinggi. Himpunan tersebut dinyatakan dalam kurva Gaussian seperti ditunjukkan pada Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5.

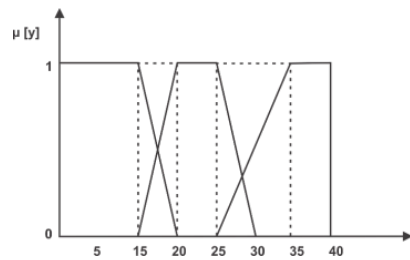
Dalam melakukan analisis sistem fuzzy ini, digunakan sebuah studi kasus dimana tanaman cabai (*capsicum annum l*) terdiagnosis penyakit embun tepung. Petani ingin mengetahui kemungkinan potensi penyebaran penyakit pada tanah dengan pH tanah 7,5, suhu udara 28°C dan kelembaban udara 75 RH dan penyinaran matahari 35%. Parameter pH tanah, suhu dan kelembaban udara masing-masing mempunyai derajat keanggotaan sedang dan tinggi. Parameter penyinaran matahari mempunyai derajat keanggotaan rendah dan sedang.

Fungsi implikasi untuk masukan parameter tersebut menggunakan MIN dan relasi masukan-keluaran sistem menggunakan operator AND dan aturan-aturan seperti dinyatakan dalam Tabel 3. Fungsi implikasi tersebut melibatkan 13 aturan seperti ditunjukkan dalam Gambar 6 (implikasi lengkap dinyatakan dalam lampiran Gambar A.1).

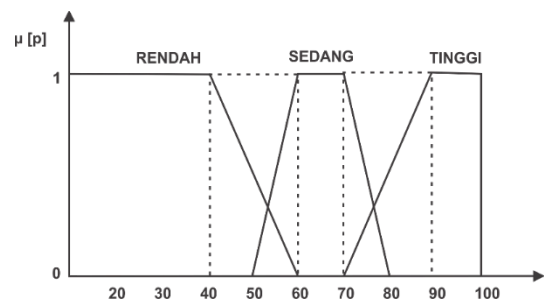
Komposisi aturan menggunakan fungsi MAX untuk mengambil kesimpulan secara keseluruhan berdasarkan tingkat keanggotaan maksimum dari tiap konsekuen. Komposisi aturan untuk kasus tersebut ditunjukkan dalam Gambar 7 yang dibagi menjadi 3 bagian, yaitu A1, A2, dan A3. Dari hasil komposisi aturan tersebut, fungsi keanggotaannya dapat dinyatakan dalam Persamaan 2 yang diperoleh dengan mencari nilai a_1 dan a_2 dengan perhitungan sebagai berikut:



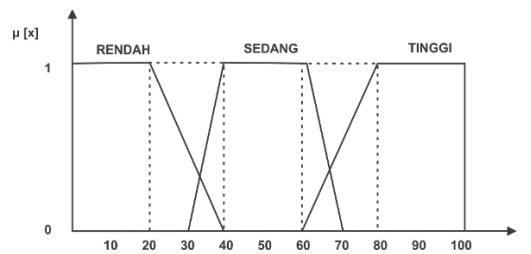
Gambar 1. Himpunan fuzzy pH tanah



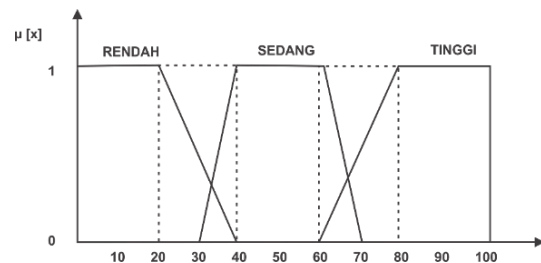
Gambar 2. Himpunan fuzzy suhu udara



Gambar 3. Himpunan fuzzy kelembaban udara



Gambar 4. Himpunan fuzzy penyinaran matahari



Gambar 5. Himpunan fuzzy potensi penyebaran penyakit

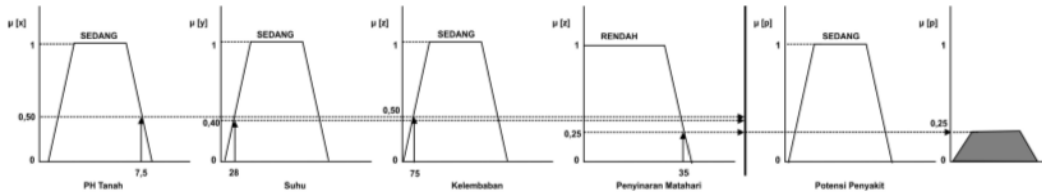
$$(a_1 - 40)/90 = 0,17 \rightarrow a_1 = 55,3$$

$$(a_2 - 40)/90 = 0,40 \rightarrow a_2 = 76,00$$

$$\mu|p| = \begin{cases} 0,17 & ; z \leq 55,30 \\ (z - 40)/90 & ; 55,30 \leq z \leq 76,00 \\ 0,40; & ; z \geq 76,00 \end{cases} \quad (2)$$

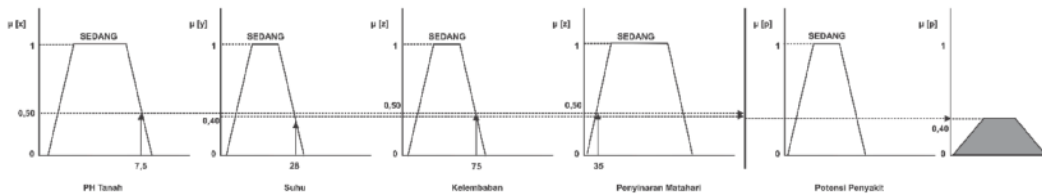
[R1] IF pH Tanah Sedang AND Suhu Udara Sedang AND Kelembaban Udara Sedang AND Penyinaran Matahari Rendah THEN Potensi Penyakit Sedang;

$$\begin{aligned} \mu_{\text{predikat1}} &= \mu_{\text{phtanah}} \cap \mu_{\text{suhu}} \cap \mu_{\text{kelembaban}} \cap \mu_{\text{penyinaran matahari}} \\ &= \min(\mu_{\text{sedang}}[7,5], \mu_{\text{sedang}}[28], \mu_{\text{sedang}}[75], \mu_{\text{rendah}}[35]) \\ &= \mu_{\min}(0,50;0,40;0,50;0,25) \\ &= 0,25 \end{aligned}$$



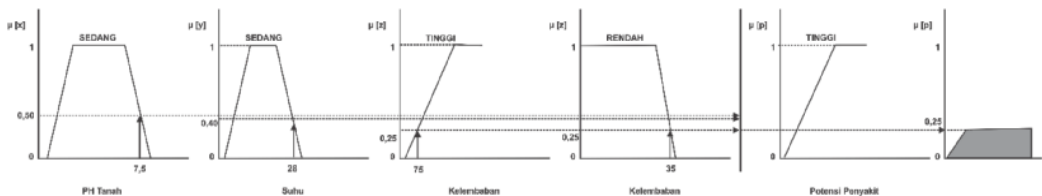
[R2] IF pH Tanah Sedang AND Suhu Udara Sedang AND Kelembaban Udara Sedang AND Penyinaran Matahari Sedang THEN Potensi Penyakit Sedang;

$$\begin{aligned} \mu_{\text{predikat2}} &= \mu_{\text{phtanah}} \cap \mu_{\text{suhu}} \cap \mu_{\text{kelembaban}} \cap \mu_{\text{penyinaran matahari}} \\ &= \min(\mu_{\text{sedang}}[7,5], \mu_{\text{sedang}}[28], \mu_{\text{sedang}}[75], \mu_{\text{sedang}}[35]) \\ &= \mu_{\min}(0,50;0,40;0,50;0,50) \\ &= 0,40 \end{aligned}$$



[R3] IF pH Tanah Sedang AND Suhu Udara Sedang AND Kelembaban Udara Tinggi AND Penyinaran Matahari Rendah THEN Potensi Penyakit Tinggi;

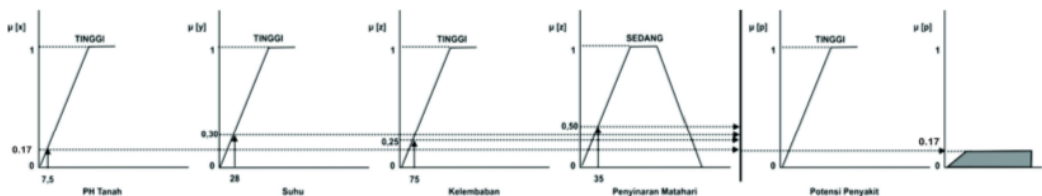
$$\begin{aligned} \mu_{\text{predikat3}} &= \mu_{\text{phtanah}} \cap \mu_{\text{suhu}} \cap \mu_{\text{kelembaban}} \cap \mu_{\text{penyinaran matahari}} \\ &= \min(\mu_{\text{sedang}}[7,5], \mu_{\text{sedang}}[28], \mu_{\text{tinggi}}[75], \mu_{\text{rendah}}[35]) \\ &= \mu_{\min}(0,50;0,40;0,25;0,25) \\ &= 0,25 \end{aligned}$$



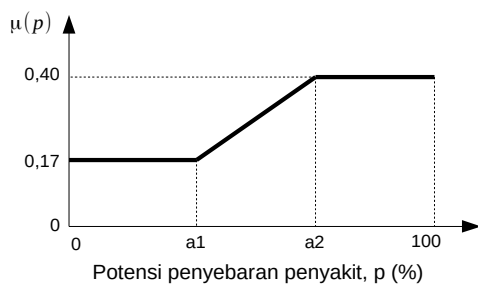
...

[R13] IF pH Tanah Tinggi AND Suhu Udara Tinggi AND Kelembaban Udara Tinggi AND Penyinaran Matahari Sedang THEN Potensi Penyakit Tinggi;

$$\begin{aligned} \mu_{\text{predikat16}} &= \mu_{\text{phtanah}} \cap \mu_{\text{suhu}} \cap \mu_{\text{kelembaban}} \cap \mu_{\text{penyinaran matahari}} \\ &= \min(\mu_{\text{tinggi}}[7,5], \mu_{\text{tinggi}}[28], \mu_{\text{tinggi}}[75], \mu_{\text{sedang}}[35]) \\ &= \mu_{\min}(0,17;0,30;0,25;0,50) \\ &= 0,17 \end{aligned}$$



Gambar 6. Fungsi implikasi dalam studi kasus yang melibatkan 13 aturan



Gambar 7. Komposisi aturan dalam studi kasus

Tahap penegasan (defuzzifikasi) untuk menentukan potensi penyebaran penyakit tanaman cabai (*capsicum annum* l) menggunakan metode *centroid*. Perhitungan momen setiap daerah himpunan (M), luas setiap daerah (A) dan titik pusatnya (Z) menggunakan Persamaan 1 dan Persamaan 2 sebagai berikut:

$$Z = \frac{M_1 + M_2 + M_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

$$= \frac{\int_0^{55,3} 0,17 z dz + \int_{55,30}^{76} \frac{(z-40)}{90} z dz + \int_{76}^{100} 0,4 z dz}{\int_0^{55,3} 0,17 dz + \int_{55,30}^{76} \frac{(z-40)}{90} dz + \int_{76}^{100} 0,4 dz}$$

$$= 60,25$$

Hasil nilai persentase potensi penyebaran penyakit menunjukkan angka 60,25%, sehingga kategori penyebaran potensi penyakit dengan PH Tanah 7.5 pH, Suhu Udara 28°C dan Kelembaban Udara 75 RH dan Penyinaran Matahari 35% adalah SEDANG sesuai dengan Tabel 1. Dengan adanya sistem pakar berbasis fuzzy Mamdani ini, selain deteksi penyakit cabai dapat dideteksi dengan [5]-[8], potensi penyebarannya pun dapat dihitung kemungkinannya dengan memperhatikan empat parameter lingkungan, yaitu pH tanah, suhu udara, kelembaban udara dan penyinaran matahari. Tingkat ketepatan prediksi penyebaran penyakit menggunakan fuzzy Mamdani ini masih perlu untuk diuji seperti halnya dalam [11], [12]. Untuk implementasi pengukuran lama penyinaran matahari, sistem untuk mengukur intensitas cahaya secara fuzzy seperti dalam [13] dapat digunakan. Selain itu, fuzzy Sugeno dapat dikembangkan untuk prediksi potensi penyebaran penyakit cabai ini untuk mendapatkan performansi sistem dengan kapasitas penuh [9], [10].

IV. KESIMPULAN

Sistem pakar untuk diagnosis potensi penyebaran penyakit pada tanaman cabai dapat dikembangkan dengan menggunakan fuzzy Mamdani berdasarkan parameter masukan lingkungan berupa pH tanah, suhu udara, kelembaban udara, penyinaran matahari dan potensi penyakit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ibu Lilik Retnowati, S. P, di Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan Karawang yang berperan sebagai pakar dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Syukur, S. Sujiprihati, R. Yunianti, and D. A. Kusumah, "Evaluasi Daya Hasil Cabai Hibrida dan Daya Adaptasinya di Empat Lokasi dalam Dua Tahun," *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, vol. 32, no. 1, pp 43-51, 2010.
- [2] Berita Resmi Statistik, "Produksi Cabai Besar, Cabai Rawit, Dan Bawang Merah Tahun 2014," Badan Pusat Statistik (BPS), Jakarta, 2015.
- [3] W. O. Muliastuty, S. R. P. Sitorus, R. Poerwanto, and H. Hardjomidjojo, "Teknik Pengelolaan Usaha Tani Tanaman Cabai Berkelanjutan Di Dataran Tinggi Kecamatan Cikajang Kabupaten Garut," *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, vol. 23, no. 1, pp. 66-75, 2016.
- [4] A. S. Duriat, N. Gunaeni, and A. W. Wulandari, "Penyakit Penting Pada Tanaman Cabai dan Pengendaliannya," *Monografi No. 31*, Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Bandung, 2007.
- [5] D. O. Nusantara, S. W. Pamungkas, N. R. Syaifudin, L. W. Kusuma, and J. Fikri, "Sistem Pakar Analisa Penyakit pada Tanaman Cabai Merah Menggunakan Metode Backward Chaining," *Semnasteknomedia Online*, vol. 5, no. 1, pp. 73-78, 2017.
- [6] M. Fuljana, "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Cabai Menggunakan Metode Forward Chaining Berbasis Android," Skripsi, Universitas Lampung, 2017.
- [7] A. A. Muslim, R. Arnie, and S. Sushermanto, "Sistem Pakar Diagnosa Hama dan Penyakit Cabai Berbasis Teorema Bayes," *JUTISI*, vol. 4, no. 3, pp. 867-876, Desember 2015.
- [8] M. Mulyanto, "Sistem Pakar Fuzzy untuk Diagnosis Penyakit pada Tanaman Cabai Merah," Skripsi, Institut Pertanian Bogor, 2011.
- [9] S. Kusumadewi, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Graha Ilmu, Yogyakarta, 2003.
- [10] A. Kaur, and A. Kaur, "Comparison of Mamdani-Type and Sugeno Type Fuzzy Inference Systems for Air Conditioning System," *International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE)*, vol. 2, no. 2, pp. 323-325, May 2012.
- [11] M. Blej, and M. Azizi, "Comparison of Mamdani-Type and Sugeno-Type Fuzzy Inference Systems for Fuzzy Real Time Scheduling," *International Journal of Applied Engineering Research*, vol 11, no. 22, pp. 11071-11075, 2016.
- [12] S. Batubara, "Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani dan Fuzzy Sugeno untuk Penentuan Kualitas Cor Beton Instan," *IT Journal Research and Development*, vol. 2, no. 1, pp. 1-11, Agustus 2017.
- [13] A. Mukti, O. D. Nurhayati, and E. D. Widiyanto, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Robot Line Follower Menggunakan Logika Fuzzy," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 3, no. 4, pp. 536-543, Oktober 2015.